

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

«Проектування системи електропостачання майстерні для ремонту  
автомобілів ТОВ «Кролевецький комбікормовий завод»»

спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконав

студент гр. ЕТдн-61 Гл

\_\_\_\_\_ І.О. Попов

Керівник

к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ М.В. Петровський

Суми – 2020

## РЕФЕРАТ

с. 69, рис. 5, табл. 9.

**Бібліографічний опис:** Попов І.О. Проектування системи електропостачання майстерні для ремонту автомобілів ТОВ "Кролевецький комбикормовий завод" [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавр; спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / І.О. Попов; керівник М.В. Петровський. – Суми: СумДУ, 2020. – 69 с.

### Ключові слова:

повітряна лінія, трансформатор, магістральна лінія, електричні машини;

воздушная линия, трансформатор, магистральная линия, электрические машины;

overhead line, transformer, trunk line, electric machines.

**Об'єкт дослідження:** господарчий двір ТОВ «Кролевецький комбикормовий завод».

### Короткий огляд.

Пораховане навантаження на вводах споживачів, була вибрана КТП, визначено марку та переріз проводу для ПЛ, також апаратура захисту мережі. Проведені розрахунки такого типу: електричне освітлення та освітлювальна проводка, силова проводка та вибір електричних машин і їх апаратів захисту, а також розрахунок вводу в приміщення та магістральні лінії. Також в окремому розділі розглянуто питання з охорони праці де розраховано повторне заземлення PEN-(PE) провідника, техніка безпеки при монтажу кабелю, норми комплектування засобами захисту, техніка електробезпеки, блискавкозахист, пожежна безпека та перелік протипожежного інвентарю.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Зміст

Вступ .....	6
1. Вихідні дані .....	7
2. Розрахунково-конструкційна частина.....	9
2.1. Електричні навантаження на вводах споживачів.....	9
2.2. Підрахунок електричних навантажень.....	10
2.3. Вибір потужності трансформатора і типу підстанції .....	15
2.4. Визначення допустимої втрати напруги та вибір надбавки трансформатора.....	17
2.5. Виконання повітряної лінії 0,38 кВ .....	21
2.6. Розрахунок повітряної лінії .....	23
2.7. Перевірка мережі 0,38 Кв на запуск електричних двигунів .....	30
2.8. Вибір апаратури захисту ПЛ-0,38, перевірка її на спрацювання .....	32
2.9. Розрахунок електричного освітлення.....	37
2.10. Розрахунок освітленої електропроводки .....	42
2.11. Вибір електричних двигунів і апаратури захисту .....	45
2.12. Розрахунок силової проводки .....	47
2.13. Розрахунок магістральної лінії .....	48
2.14. Розрахунок вводу.....	49
3. Економічний розрахунок вартості створення електричної мережі цеху.....	51
3.1. Специфікація на матеріали для виконання силової і освітлювальної проводки.....	51

					<b>БР 5.6.141.757 ПЗ</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Попов І.О.				«Проектування системи електропостачання майстерні для ремонту автомобілів ТОВ «Кролевецький комбикормовий завод»»	Літ.	Лист
Керівник	Петровський М.В.						
Консульт.						4	69
Н.контроль						СумДУ, ЕТдн-61Гл	
Завтвер.	Лебединський І.Л.						

4.	Охорона праці .....	54
4.1.	Розрахунок повторного заземлення PEN-(PE) провідника .....	54
4.2.	Техніка безпеки при монтажу внутрішньої проводки .....	58
4.3.	Норми комплектування засобами захисту .....	59
4.4.	Техніка електробезпеки .....	60
4.5.	Блискавкозахист .....	61
5.	Пожежна безпека .....	62
5.1.	Перелік протипожежного інвентарю .....	63
	Висновок .....	64
	Список використаних джерел. ....	65
	Додаток А .....	67
	Додаток Б .....	68
	Додаток Г .....	69

## ВСТУП

Найважливішою умовою розвитку суспільства, забезпечення його потреб, як матеріальних, так і духовних є прискорення науково-технічного прогресу. Високоєфективне використання виробничого потенціалу на основі розвитку енергетичної програми України.

За останні роки парк електрообладнання в АПК значно поповнився, став більш досконалим за енергетичними характеристиками, зростає використання електроустановок, відбуваються зміни в електроенергетичній базі. В основних технологічних процесах задіяна велика кількість електродвигунів, електронагрівальних та освітлювальних установок, складних систем автоматики і пускозахисної апаратури. Крім того, необхідно вжити дійових заходів щодо підвищення надійності електропостачання.

Ще одним фактором, який значно впливає на продуктивність, ріст і розвиток сільськогосподарських тварин та птиці, а також рослин різних культур - є використання випромінювання оптичної частини сектора та установок, що забезпечують його.

Грамотне використання цих установок може підвищити продуктивність праці на 5-10%, продуктивність тварин – на 8-15%, дати більш високі урожаї культур у спорудах захищеного ґрунту та знизити терміни їх дозрівання. Навпаки, безграмотне використання може призвести до небажаних наслідків, які знижують ці показники.

Одним з актуальних питань сьогодення є заходи щодо енергозбереження, про які йтиметься мова в окремому розділі проекту.

Для вирішення складних проблем сучасного виробництва необхідно підняти на якісно новий ступінь базу енергетики шляхом її технічного переоснащення, прискорити розробку і виробництво нового високоєфективного електротехнічного та теплотехнічного обладнання, приладів і засобів автоматизації.

					БР 5.6.14.1.757 ПЗ	Аркуш
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. ВИХІДНІ ДАНІ

Господарський двір господарства ТОВ «Кролевецький Комбікормовий Завод» по якому розроблено дипломний проект, розташований в Сумській області, місті Кролевець.

Майстерні господарського двору розташовані безпосередньо в м.Кролевець і за 179 км від обласного центру м. Суми.

Господарство за своїми розмірами відноситься до середніх.

Структура господарського двору ТОВ «Кролевецький Комбікормовий Завод» складаються: 3 машино тракторного парку, складовими приміщеннями та майстерень.

Господарство спеціалізується на ремонті та обслуговуванні машинно-тракторної техніки та вирощуванні зернових культур.

Вихідними даними для дипломного проектування були матеріали дослідження господарського двору ТОВ «Кролевецький Комбікормовий Завод» , яке проведене у 2020 році та завдання для дипломного проектування.

За даними матеріалів дослідження об'єкт має такі приміщення:

.Склад №1, склад №2, склад №3, вагова., прохідна, гараж, майстерня для ремонту автомобілів, АЗС, млин, склад мінеральних добрив, гречерушка, електрослюсарна.

Як приклад, в своєму дипломному проекті, я буду розглядати та розраховувати майстерню для ремонту автомобілів.

Глибина залягання ґрунтових вод на території госпдвору становить 35 метрів.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електропостачання господарського двору ТОВ Кролевецький Комбікормовий Завод, здійснюється від Кролевецької районної трансформаторної підстанції 110/10 кВ.

Відстань до проектованої підстанції 10/0,4 кВ від підстанції 110/10 кВ  $L=5$  км.

На шинах 10 кВ підстанції 110/10 кВ падіння напруги становить при 100 % навантаженні +5 % а при 25 % навантаженні рівень падіння напруги повинен бути рівним нулю .

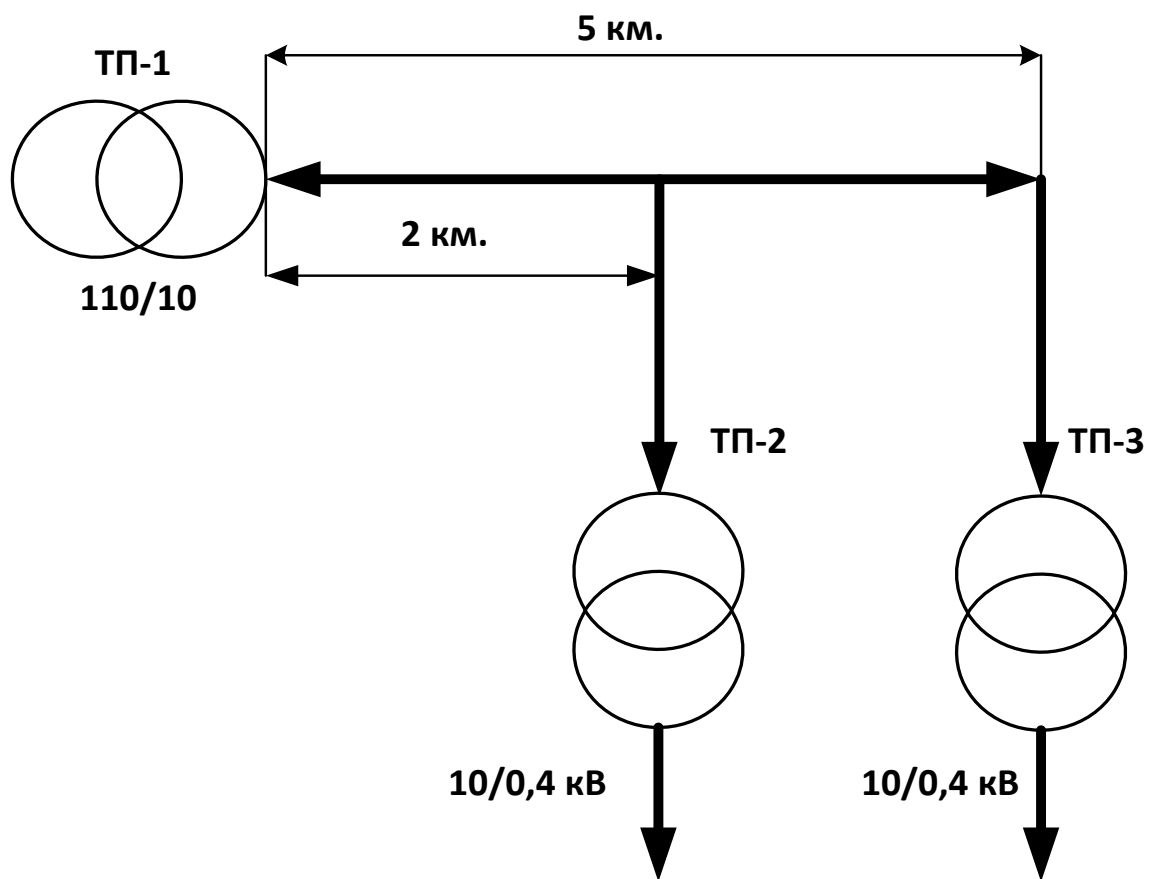


Рисунок 1 – Підстанція 110/10 «арматурна»

## 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКЦІЙНА ЧАСТИНА.

### 2.1 ЕЛЕКТРИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ НА ВВОДАХ СПОЖИВАЧІВ.

Навантаження виробничих та громадянських споживачів беруться по таблиці №4 [ 4 ]

Розрахункове навантаження прийняте рівним встановленої потужності електричного двигуна.

Електричні навантаження виробничих та громадських приміщень приведені в таблиці 2.1.1

Таблиця 2.1.1 – Приміщення та експлуатаційні характеристики

Номер на плані	Найменування об'єктів	Номер шифру	Встано влена потужні сть, кВт	Розрахункова потужність, кВт		Вуличне освітлення
				Денна	Вечірня	
1	Склад №1	372	5	3	1	23
2	Склад №2	372	5	3	1	
3	Склад №3	372	5	3	1	
4	Вагова	198	1	1	1	
5	Прохідна	199	1	1	1	
6	Гараж	375	15	7	4	
7	Майстерня	379	110	45	25	
8	Заправка	331	7	5	22	
9	Млин	34	10	5	1	
10	Склад мінеральних добрив	329	16	12	1	
11	Гречерушка	352	4	3	1	
12	Електрослюсарна	371	15	10	5	
13	Водонапорна вежа	-	11	11	11	



## 2.2 ПІДРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.

Споживачі виробничої ділянки під'єднані до трансформаторної підстанції 10/0,4 Кв.

Розрахунок навантажень на ділянках мережі госпдвору знаходимо по таблиці 2 [ 4 ], окремо для денного максимумів.

Розрахунок ведеться з кінця лінії. Додавання навантажень здійснюється додаванням до більшого навантаження надбавка ( $\Delta P$ ) відповідного меншого навантаження.

$$\Delta P_d = P_d + \Delta P$$

Розглянемо для прикладу

Лінію №1 на ділянці 8, навантаження є Гараж для стоянки денний максимум  $P_d = 7$  кВт, підраховуємо навантаження додаючи до більшого навантаження Майстерні 45 кВт додаємо надбавку від потужності меншого Гаража 7 кВт, яка складає 4,2 кВт  $p_7$

$$\Delta P_8 = 45 + 4,2 = 49,2 \text{ кВт.}$$

На ділянці 4-3 склад з навантаженням до 3 кВт додаємо надбавку від вагової 1 кВт буде  $\Delta P = 0,6$  кВт, тоді потужність ділянки 4-3 дорівнює  $3 + 0,6 = 3,6$  кВт, на ділянці 6-3 потужність дорівнює  $49,2 + 0,6 = 49,8$  кВт, на ділянці 3-2 додамо до більшого 49,8 плюс надбавка від потужності ділянки 4-3 яка складає 2,1 кВт тоді  $49,8 + 2,1 = 51,9$  кВт. На ділянці 2-1 додаємо до потужності 51,9 потужність складу і отримаємо  $51,9 + 1,8 = 53,7$  кВт, аналогічно розраховуємо потужність на ділянці 1-0, яка буде дорівнювати  $53,7 + 1,8 = 55,5$  кВт. На ділянці 0-ТП навантаження буде  $55,5 + 6,7 = 62,3$  кВт. Аналогічно ведеться розрахунок навантажень у вечірній максимум, а також лінії 2.

Розрахункові дані зводимо у таблиці № 2.2.1

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

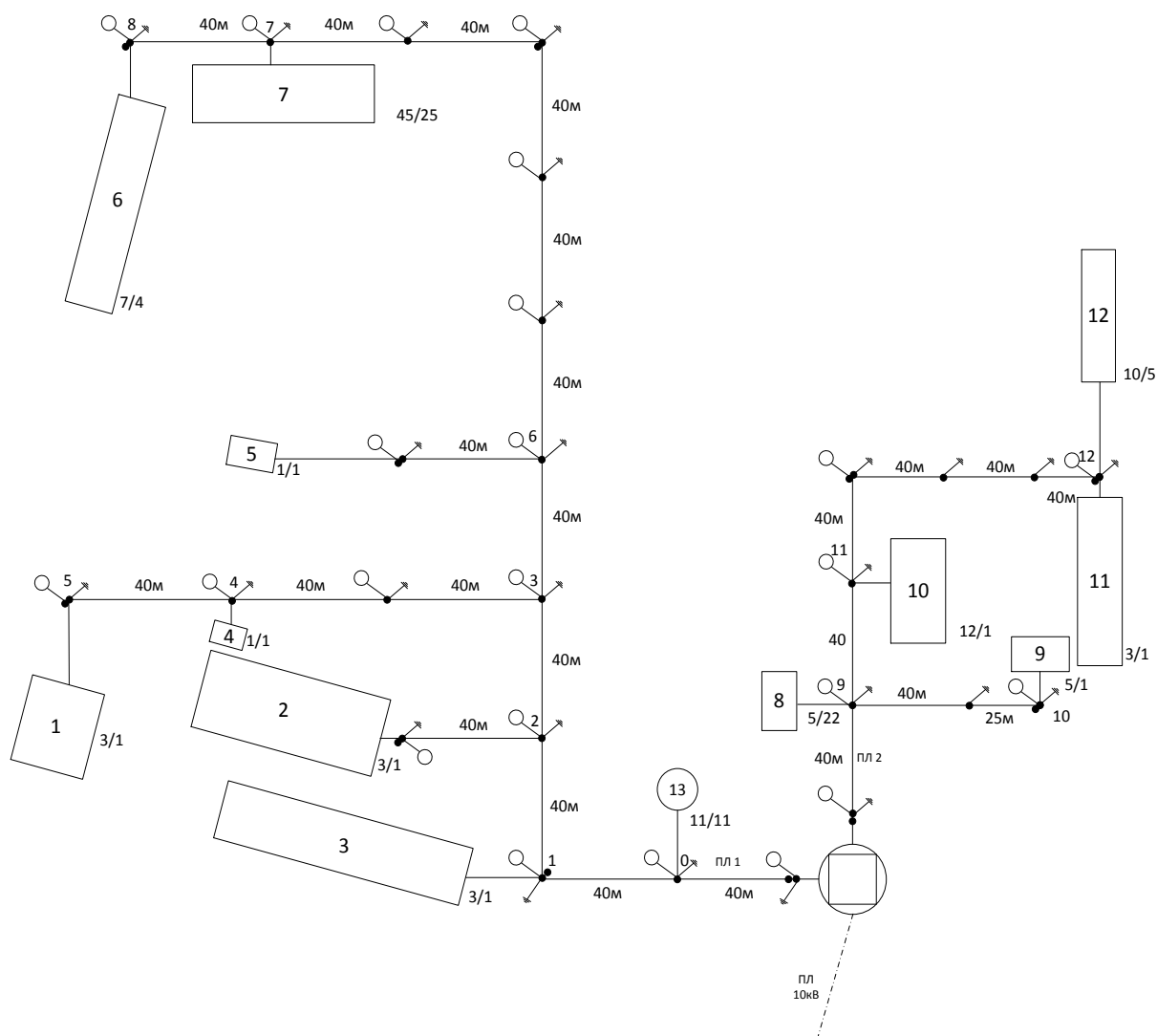


Рисунок 2 – Повітряна лінія госпдвору 0,4кВ з вуличним освітленням

Навантаження вуличного освітлення території господарчого двору приймається з розрахунку 20 Вт на одне приміщення.

Всього приміщень 16. Таким чином, встановлена потужність

$$P_{\text{в}} = 20 \cdot 16 = 320 \text{ Вт.}$$

У зв'язку з великою територією господарства збільшуємо кількість вуличного освітлення до 23 ламп. Таким чином потужність вуличного освітлення буде дорівнювати

$$P_{\text{в}} = 20 \cdot 23 = 460 \text{ Вт.}$$

В своєму дипломному проєкті я використовував прожектор LED Velmax 20w, він являється найбільш економічно вигідним вибором, але на даний момент ринок пропонує дуже багато типів ламп і прожекторів різних потужностей і фірм.

Для вуличного освітлення в західних країнах використовують світлодіодні (LED) світильники, за допомогою яких покращується освітлення в нічний час, тобто найбільш перспективним розвитком вуличного освітлення є перехід на світлодіодне освітлення. Деякі розробки проводить компанія SunPower, планується заміна люмінесцентних і натрієвих ламп світлодіодними. Термін окупності такого проєкту 1...3 роки. При цьому зменшується витрати електроенергії, для досягнення такої економії необхідно ртутні фонарі потужністю 400Вт; замінити LED фонарями Matrix 80 потужністю 150ВТ замінити LED-світильниками SunPower 90Вт. Це зменшить витрати електроенергії на освітлення однієї і тієї ж ділянки вулиці в 2,5 рази. Строк служби світлодіодних ламп 15-16 років, а термін безвідмовної роботи 60...100 тис. годин, але фірми які виготовляють світлодіодні вироби дають гарантію тільки на 3...5 років. На даний момент для вуличного освітлення використовують фонарі типу ДКУ-250; ДКУ-400 і ЖКУ-250. При використанні даних світильників створює нерівномірне освітлення з ярким освітленням під опорою і слабким між опорами, але натрієві лампи теж економічні, але освітленість відбувається не рівномірно і їх спектр випромінювання значно відрізняється від природного освітлення. LED-світильники можуть забезпечити вуличне освітлення з спектром максимально наближеним до сонячного світла.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

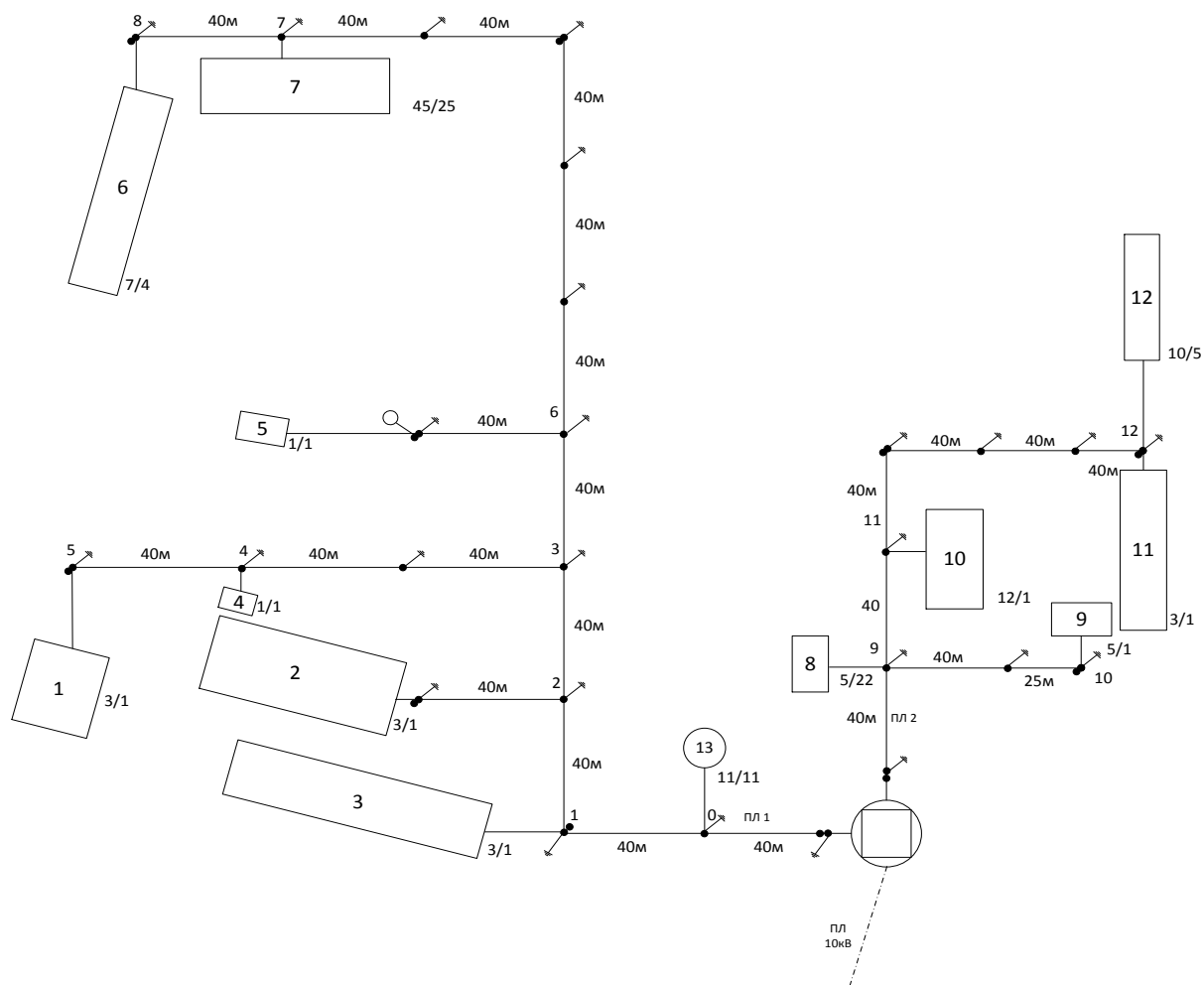


Рисунок 3 – Повітряна лінія госпдвору 0,4кВ без вуличним освітленням

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 5.6.141.757 ПЗ

Аркуш

13

Таблиця № 2.2.1 - Навантаження на ділянках

	Розрахункова потужність, що протікає по ділянці, кВт		
	Денне максимальне навантаження $P_d$	Вечірнє максимальне навантаження $P_v$	Вуличне освітлення $P_{\text{вул}}$
ТП-11	87	61,5	0 ,46

## Лінія 1

0-ТП	62,3	38,9	0,36
1-0	55,5	32,4	0,32
2-1	53,7	31,6	0,30
3-2	51,9	31	0,28
6-3	49,8	30	0,24
5-4	3	1	0,02
4-3	3,6	1,6	0,08
7-6	49,2	29,4	0,16
8-7	7	4	0,04

## Лінія 2

9-ТП	24,7	29,3	0,1
9-10	8	22,6	0,08
11-12	19,3	6,2	0,06
12	11,8	5,6	0,02

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

### 2.3.Вибір потужності трансформатора і типу підстанції.

З розрахунку навантажень по ділянкам ліній таблиці 2.2.1 видно ,що ТП-11 максимальне денне навантаження становить  $62,3+24,7=87$  кВт, а максимальне вечірне з урахуванням вуличного освітлення становить  $38,9+29,3+0,46=68,4$  кВт.

За [4] літературою знаходиться коефіцієнти трансформаторної підстанції господарського двору, що живить виробниче навантаження.

1.Коефіцієнти потужності в максимум вечірнього навантаження

$$\cos B = 0,75$$

2.Коефіцієнт потужності в максимум денного навантаження

$$\cos D = 0,7$$

Визначаємо повні потужності в максимум навантаження на ділянці ТП.

1.Вечірній максимум :

$$S_B = \frac{P_D}{\cos D} = \frac{62}{0,75} = 82 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

2.Денний максимум:

$$S_D = \frac{P_D}{\cos D} = \frac{87}{0,7} = 124,2 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Вибір трансформаторної підстанції проводимо за більшим (денним) навантаженням.

$$S = 160 \text{кВ} \cdot \text{А}$$

За літературою [ 4 ] приймаємо трансформатор типу ТМ – 160/10 з такими паспортними даними :

					БР 5.6.14.1.757 ПЗ	Аркуш
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.Номинальна потужність –  $\text{kV} \cdot \text{A}$

2.Номинальна напруга – 6 або 10кВ

Обмотки ВН – 6 або 10кВ

Обмотки НН – 0,4кВ

3.Номинальний струм

Обмотки ВН - 9,25 А

Обмотки НН – 232 А

4.Напруга короткого замикання – 4,5%

5.Струм холостого ходу – 0,24%

6.Номинальний струм плавкої вставки високовольтного запобіжника для захисту трансформатора – 20А

Для постачання електричною енергією господарчого двору приймаємо комплектну трансформаторну підстанцію КТП 160/10/0,4кВ.

Оскільки господарчий двір ТОВ «Кролевецький комбикормовий завод» являється споживачем третьої групи то допускається встановлення одної трансформаторної підстанції.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4.Визначення допустимої втрати напруги та вибір надбавки трансформатора.

Вихідними даними для розрахунку повітряної лінії 0,38кВ є норми відхилень напруги на затискачах електроприймачів у відповідності з якими відхилення напруги у сільських споживачів при 100% навантаженні не повинна виходити за межі 7,5%, а при 25% навантаженні +7,5%.

Для визначення допустимих втрат напруги складаємо таблицю відхилень напруги. При складанні таблиці в якості контрольних точок приймається найближчий і найбільш віддалений електроприймачі споживчих підстанцій у режимі 100% та 25% навантаження.

Приблизно можна приймати втрати напруги у трансформаторах 10/0,4 кВ при номінальному навантаженні -4% номінальної напруги, а при 25% навантаженні -1%.

Згідно правил влаштування електроустановок (ПУЕ) на шинах 10кВ підстанції 35/10кВ рівень напруги повинен бути при 100% навантаженні +5% , а при 25% - повинен дорівнювати нулю.

Згідно ПУЕ приймаємо максимально допустимі втрати напруги у внутрішній проводці – 2,5%.

Приймаємо надбавку напруги для найбільш віддаленої підстанції ТП-3 +10% і відхилення напруги у споживачів при 100% навантаженні – 7,5% . Сумарна допустима втрата напруги у лінії 10кВ та лінії 0,35кВ при 100% навантаженні складає:

$$\Delta U_{\text{доп.}} \% = 5 + 10 - 4 - (-7,5) = 18,5\%$$

Розподіляємо допустиму втрату напруги по лінії мережі. Приймаємо для лінії 10кВ  $\Delta U_{\text{доп.}} \% = 9\%$ , а для лінії 0,38кВ з урахуванням втрат напруго у внутрішній проводці:

					БР 5.6.14.1.757 ПЗ	Аркуш
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$\Delta U_{\text{доп.}} \% = 9,5 + 2,5 = 7\%.$$

При 25% навантаженні відхилення напруги на затискачах найближнього споживача (втрати напруги в лінії 0,38 кВ приймаємо рівну нулю) буде становити:

$$\Delta U_{25} = -2,25 - 1 + 10 = 6,75\%.$$

Для проектованої підстанції ТП–2 проводимо аналогічний розрахунок:

1. Визначаємо втрату напруги в мережі 10кВ до проектованої підстанції при 100% навантаженні:

$$x = \frac{4 \cdot 2}{4} = 2,5\%$$

2. Приймаємо надбавку до проектованої підстанції +7,5%. Тоді втрати напруги в лінії 0,38кВ складуть:

$$\Delta U_{\text{доп}} 100 = 5 - 2,5 + 7,5 - 2 - 2,5 - (7,5) = 6\%$$

Відхилення втрати напруги при 25% навантаженні складе:

$$\Delta U_0 25 = 0 - 1,3 + 7,5 - 1 = +5,2\%.$$

Отже, відхилення напруги у споживачів не виходять за рамки допустимих.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Складання таблиці відхилень напруги починаємо з найбільш віддаленої підстанції 10/0,4кВ.

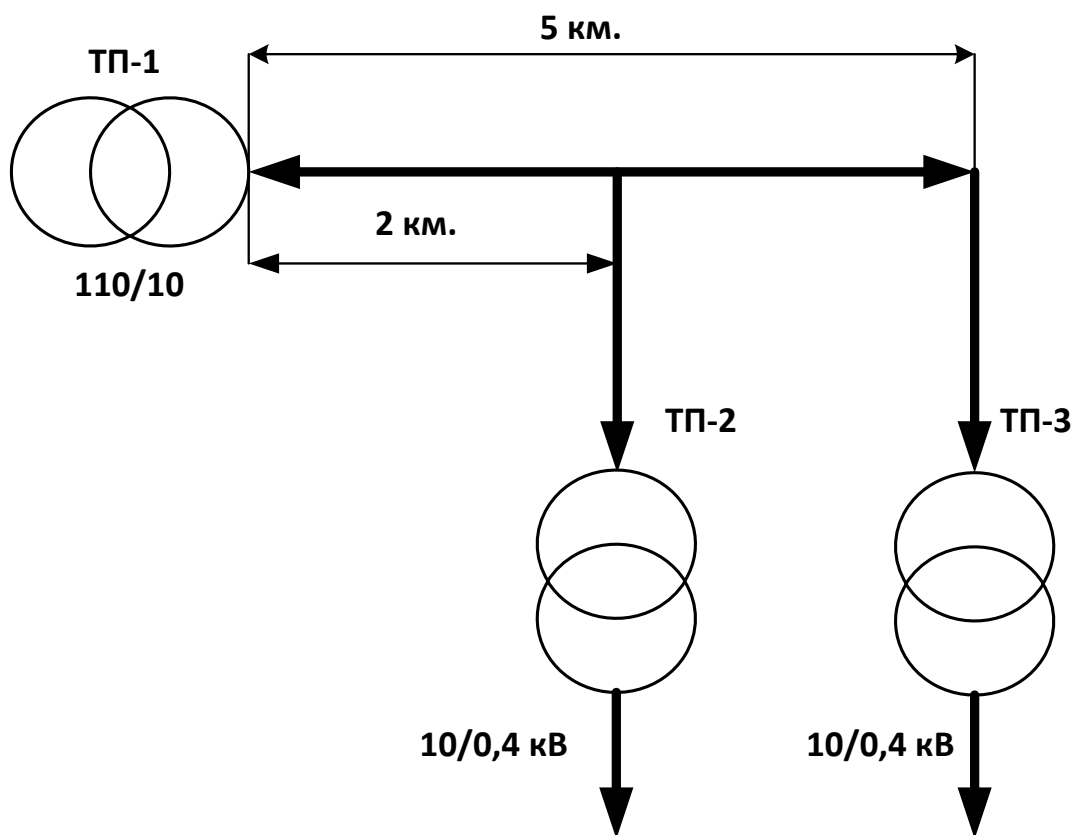


Рисунок 4 - Підстанція 110/10 «арматурна»

Таблиця 2.4.1 - Таблиця відхилень

Елементи електроустановок		Віддалена ТП - 3		Проектована ТП - 2	
		Відхилення напруги в %			
		100	25	100	25
Шини 10 кВ		+ 5	0	+5	0
Лінія 10 кВ		-9	-2,25	5	1,3
Трансформатор  10/0,4 кВ	Надбавка напруги	+10	+10	+7,5	+7,5
	Втрата напруги	-4	-1	-4	1
Лінія 0,38 кВ	Зовнішня мережа	-7	0	-0,85	0
	Внутрішня мережа	-2,5	0	-2,5	0
Відхилення напруги у споживачів		-7,5	5,2	-7,5	+6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 5.6.141.757 ПЗ

Аркуш

20

## 2.5. Виконання повітряної лінії 0,38 кВ

Повітряна лінія запроектована з глухо заземленою нейтраллю на залізобетонних опорах. Повітряна лінія проектується для 2 району кліматичних умов. Середня довжина між опором приймається 40 м.

Для лінії обирається СІП на опорах передбачена установка освітлення на висоті 5 м арматури зовнішнього освітлення з лампами типу LED потужністю 20Вт. Керування вуличним освітленням передбачається централізованим, з підстанційних щитків низької напруги. Місце установки світильників показано на плані ГЧ-0,38кВ. Нульовий провід передбачає спільний для ліхтарного та вуличного освітлення. Проводи розгалужень від повітряної лінії до введів в споруди згідно ПУЕ повинні бути розміщені на висоті не менше ніж 6 м над проїзною частиною вулиць, а при перетині проїзної вулиці – не менше 3,5 м.

Довжина ввідного проводу не повинна перевищувати 25 м. При неможливості виконання вказаної умови необхідно встановити допоміжні опори або стояки із труб на будівлях. Опір заземлюючих пристроїв, до яких під'єднується нейтраль трансформатора повинен бути не більше 4 Ом. Для електроустановок 380/220В. При цьому опір заземлюючого пристрою кожного із повторних заземлень повинен бути не більше 30 Ом. Повне заземлення нульового проводу повинно виконуватись на кінцях повітряних ліній, довжина більше 200 м, а також на вводах в будівлі. Електроустановки підлягають заземленню. Загальний опір заземлюючих пристроїв всіх повторних заземлень нульового проводу кожної лінії повинен бути не більше 10 Ом для електроустановок 380-220В. Для захисту людей, які знаходяться в будівлях, приміщеннях, що представляють велику господарську цінність від грозових перенапруг передбачено виконання заземлення всіх проводів, штирів та нульового проводу на опорах, від яких будуть виконуватись проводами до цих будівель.

					БР 5.6.14.1.757 ПЗ	Аркуш
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітряна лінія буде в місцевості з горизонтальною діяльністю більше 40 грозових годин на рік, тому відстань між заземлюючими пристроями прийнято не більше 100 м. горизонтальне заземлення виконують також на кінцевих опорах ліній, які мають вводи у будівлю. При цьому найбільша відстань від сумського заземлення буде не більше 50 м.

В дипломному проекті показані основні конструкційні елементи повітряних ліній напругою 0,39кВ з самонесучими ізольованими проводами (СП) марки AsXSn до яких відносяться опори, проводи лінійна арматура. Окрім цього в комплект повітряної лінії входить і інші пристрої, необхідні для безперебійного електропостачання споживачів і нормальної робочої лінії електропередачі в умовах експлуатації, а також пристрої, визначаються цільовим призначенням СП. До таких конструктивних елементів можна віднести обладнання вводів в будівлі і споруди, пристрої освітлення, грозозахисні пристрої і обладнання, пристрої захисного заземлення та ін..

Несучими конструкційними елементами вище вказаних ліній є залізобетонні опори , виконаних на базі віброваних і центрифугированих стійок, за проектами повторного використання, розробленими інститутом «Укрсельенергопроект»

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.6. Розрахунок повітряної лінії.

При розрахунку лінії для електропостачання сільських споживачів слід користуватися наступними положеннями:

1. Всі споживачі лінії в сільській місцевості виконуються на напругу 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю .
2. Основні магістральні лінії виконуються п'ятьма проводами: три фазних, один нульовий і один фонарний.
3. Відгалуження ліній з невеликим навантаженням при відсутності електричних двигунів рекомендовано проектувати двох або трипроводними лініями з проводами перерізом  $25\text{мм}^2$  і вище.
4. На лініях, що мають тваринницькі і птахівницькі приміщення, незалежно від марки проводів, провідність нульового проводу повинна дорівнювати провідності фази.
5. Втрати напруги на кінцях лінії не повинні перевищувати допустимі.
6. Кількість проводів повинна бути як можна меншою.

Вибір проводів за допустимими втратами напруги проводять після складання таблиці відхилень напруги. Допустима втрата напруги, як видно з таблиці відхилень напруги лінії 380/220 В складає – 8,25%.

За розрахункове навантаження для вибору перерізу проводів прийнята більша з величин потужності денного або вечірнього максимумів, отриманих на даній ділянці лінії. Розрахункові навантаження взяті з таблиці № 2, коефіцієнти потужності на розрахункових ділянках взяті по Л 9.

Для визначення втрати напруги в проводах ПЛ та в проводах зовнішнього освітлення використані таблиці-діаграми.

Для прикладу розглянемо вибір проводів по ділянцям лінії 1.

Розрахунок введено за денним максимумом так як  $S_d > S_{\text{д}}$ .

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначасмо моменти дільниць лінії з урахуванням вуличного освітлення:

$$M_{a-m} = S_{a-m} \cdot L_m \cdot 10^{-3}$$

Л-1

$$M_{ТП-0} = 89 \cdot 45 \cdot 10^{-3} = 4 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{1-0} = 79,3 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 3,1 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{2-1} = 76,7 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 3 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{2-3} = 74,1 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 2,9 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{6-3} = 71,1 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 2,8 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{5-4} = 4,2 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{4-3} = 5,1 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{7-6} = 70,2 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 7 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{7-8} = 10 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

Л-2

$$M_{ТП-9} = 39 \cdot 45 \cdot 10^{-3} = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{9-10} = 30,1 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

$$M_{9-11} = 8,2 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 1,2 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна довжина ліній порівняно невелика і становить: Л-1=645м,

Л-2=255м, тому вибираємо різні перерізи проводів для ПЛ-1 As x Sn (4\*50+25), для ПЛ-2 As x Sn (4\*35+25).

За допомогою спеціальних таблиць, без розрахунків, можна вибрати економічно більш вигідні проводи з урахуванням всіх факторів.

По [ 4 ] при товщині льоду 2 мм, інтервалу потужності більше 28,4 кВт приймаємо провід AsXSn50 і AsXSn35.

Визначимо фактичну питому втрату напруги для проводу AsXSn50, при  $\cos \varphi=0,7$  по [ 4 ] приймаємо  $\Delta U_{\Phi} = 0,44$ .

Л-1

$$\Delta U_{\Phi_{TP-0}} = \Delta U_{\Phi_{TP-0}} \cdot M_{TP-0} = 0,44 \cdot 4 = 0,9\%$$

$$\Delta U_{\Phi_{0-1}} = \Delta U_{\Phi_{0-1}} \cdot M_{0-1} = 0,44 \cdot 3,1 = 0,7\%$$

$$\Delta U_{\Phi_{1-2}} = \Delta U_{\Phi_{1-2}} \cdot M_{1-2} = 0,44 \cdot 3 = 0,7\%$$

$$\Delta U_{\Phi_{2-3}} = \Delta U_{\Phi_{2-3}} \cdot M_{2-3} = 0,44 \cdot 2,9 = 0,4\%$$

$$\Delta U_{\Phi_{3-6}} = \Delta U_{\Phi_{3-4}} \cdot M_{3-4} = 0,44 \cdot 2,8 = 0,6\%$$

$$\Delta U_{\Phi_{4-5}} = \Delta U_{\Phi_{4-5}} \cdot M_{4-5} = 0,44 \cdot 0,1 = 0,0\%$$

$$\Delta U_{\Phi_{3-4}} = \Delta U_{\Phi_{5-6}} \cdot M_{5-6} = 0,44 \cdot 0,4 = 0,1\%$$

$$\Delta U_{\Phi_{6-7}} = \Delta U_{\Phi_{6-7}} \cdot M_{6-7} = 0,44 \cdot 7 = 2\%$$

$$\Delta U_{\Phi_{7-8}} = \Delta U_{\Phi_{7-8}} \cdot M_{6-7} = 0,44 \cdot 0,4 = 0,1\%$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Визначимо фактичну питому втрату напруги для проводу AsXSn35, при  $\cos \varphi=0,7$  по [ 4 ] приймаємо  $\Delta U_{\phi} = 0,43$ .

Л-2

$$\Delta U_{\phi_{ТП-9}} = \Delta U_{\phi_{ТП-9}} \cdot M_{ТП-0} = 0,43 \cdot 1,1 = 0,4\%$$

$$\Delta U_{\phi_{9-10}} = \Delta U_{\phi_{9-10}} \cdot M_{0-7} = 0,43 \cdot 0,48 = 0,2\%$$

$$\Delta U_{\phi_{9-11}} = \Delta U_{\phi_{9-11}} \cdot M_{7-8} = 0,43 \cdot 2,8 = 0,4\%$$

Сумарна втрата напруги

$$\Delta U \sum = 0,9 + 0,7 + 0,7 + 0,4 + 0,6 + 0,0 + 0,1 + 2 + 0,1 + 0,4 + 0,2 + 0,4 = 6,5\%$$

Таке значення не перевищує втрату напруги  $\Delta U_{доп.} = 6,5\%$

(дивимося таблицю 2.4.1)

Для відгалуження  $\Delta U_{доп.} = 1,6\%$

Дані розрахунки лінії №2 зведені в таблиці 2.6.1

Для розрахунку фонарного проводу за допустимою втратою напруги використовуємо відповідні монограми.

В залежності від потужності, що протікає по ділянці по монограмі знаходимо втрати напруги від початку лінії в фонарному проводі на розрахунковій ділянці і заносимо у відповідну частину таблиці 2.6.1. Далі підраховуємо втрату напруги від початку до кінця лінії. Втрати напруги на кінці проводу не повинні перевищувати допустимі.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиці 2.6.1 – повітряна лінія та її характеристики

Повнам аксимальна потужність на ділянках кВт		Вуличне освітлення		Довжина розрахункової дільниці, м	Кількість, марка і переріз проводів	Денний максимум		Вечірній максимум		
						На розрахунковій ділянці	Від поч. лінії	На 100 м	На роз. ділянці	Від поч. лінії
Лінія 1										
10	5,3	0,04	40	As x Sn ( 4 · 50+25)	0,1	1	0,75	03	03	
70,2	39,2	0,16	200	As x Sn ( 4 · 50+25)	2	1	0,75	15	18	
5,1	2,1	0,08	80	As x Sn ( 4 · 50+25)	0,1	2,2	0,075	0,06	0,24	
4,2	1,3	0,02	40	As x Sn ( 4 · 50+25)	0,0	2,2	0,075	0,03	0,27	
71,1	40	0,24	40	As x Sn ( 4 · 50+25)	0,6	2,8	0,075	0,03	0,3	
74,1	41,3	0,28	40	As x Sn ( 4 · 50+25)	0,4	3,2	0,075	0,03	0,33	
76,7	41,2	0,3	40	As x Sn ( 4 · 50+25)	0,7	3,9	0,075	0,03	0,36	
79,3	43,2	0,32	40	As x Sn ( 4 · 50+25)	0,7	4,6	0,075	0,03	0,39	
89	51,8	0,36	45	As x Sn ( 4 · 50+25)	0,9	5,5	0,075	0,032	0,41	

Лінія 2														
Довжина розрахункової дільниці, м	Кількість, марка і переріз проводів	Денний максимум		Вечірній максимум			Розрахункова дільниця			Максимум активного навантаження кВт		Коефіцієнт потужності навантаження		
		На розрахунковій дільниці, м	Від поч. лінії	На 100 м	Дільниці.	На роз.				Від поч. лінії	Р <sub>д</sub>	Р <sub>в</sub>	De cos φ	cos φ
150	As x Sn ( 4 · 35+25)	0,4	0,4	0,75	0,17	0,17	0,17	8-7	7	4	0,7	0,75		
60	As x Sn ( 4 · 35+25)	0,2	0,6	0,75	0,038	0,038	0,208	7-6	49,2	29,4	0,7	0,75		
45	As x Sn ( 4 · 35+25)	0,4	1	0,75	0,032	0,032	0,24	4-3	3,6	1,6	0,7	0,75		
								5-4	3	1	0,7	0,75		
								6-3	49,8	30	0,7	0,75		
								3-2	51,9	31	0,7	0,75		
								2-1	53,7	31,6	0,7	0,75		
								1-0	55,5	32,4	0,7	0,75		
								0-ТП	62,3	38,9	0,7	0,75		

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Вуличне освітлення							
Повна максимальна потужність на ділянках кВт	Вечірній $S_v$	Коефіцієнт потужності навантаження	Вечірній $\cos \varphi$	Максимум активного навантаж кВт	Вечірній $P_v$	Розрахункова ділянка	
	Денний $S_d$		Денний $\cos \varphi$		Денний $P_d$		
						11-9	0,06
						9-10	0,08
						9-ТП	0,1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 5.6.141.757 ПЗ

Аркуш

29

## 2.7. Перевірка мережі 0,38 Кв на запуск електричних двигунів.

Якщо в мережі є асинхронні електродвигуни, то електричну мережу перевіряють на короточасні коливання напруги при пуску електродвигунів.

Відомо, що пусковий струм асинхронного електродвигуна в 5-7 разів перевищує номінальний. Для електродвигуна з номінальними умовами пуску допускається зниження напруги на його затискачах на 30% від номінальної напруги мережі.

При пуску будь-якого з електродвигунів напруга на затискачах інших електродвигунів не повинна знижуватися більш як на 20% від номінальної.

Перевіряємо електричну мережу на коливання напруги при пуску самого потужного електродвигуна, Який знаходиться в майстерні. Електродвигун має такі дані:

Номінальна потужність:

$$P_n = 15 \text{ кВт}$$

Номінальний струм:

$$I_n = 28,5 \text{ А}$$

Кратність пуску струму:

$$K_i = 7,0$$

$$n = 1455 \text{ об/хв};$$

$$\cos \varphi = 0,89;$$

$$\text{к.к.д} = 90\%$$

Електродвигун живиться від повітряної лінії 0,38 кВ довжиною 645 м, яка виконана проводом AsXSn(4 · 50)+25

Електродвигун знаходиться недалеко від розподільного щита. Тому втрати у внутрішній проводці нехтуємо.

Повний опір короткого замикання електродвигуна складе:

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{M,дв.н} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot K_i \cdot I_H} = \frac{380}{1,73 \cdot 7 \cdot 28,5} = 1,1(\text{Ом})$$

Повний опір короткого замикання трансформатора розраховуємо за формулою:

$$Z_{Mр.н} = \frac{U_\Phi \cdot I_K}{100 \cdot I_\Phi} = \frac{230 \cdot 4,7}{100 \cdot 231} = 0,046(\text{Ом})$$

де:  $U_\Phi$  – номінальна фазна напруга низьковольтної обмотки трансформатора;

$I_K$  – напруга короткого замикання трансформатора, %

$I_\Phi$  – номінальний фазний струм трансформатора, А

$$I_\Phi = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{160}{1,73 \cdot 0,4} = 231(\text{А})$$

де:  $S_H$ - номінальна потужність трансформатора,кВт:

$U_H$ - номінальна напруга низьковольтної обмотки трансформатора, кВ Із Л-[4] беремо значення опору 1км проводу AsXSn50, яке дорівнює  $Z_0 = 0,72$  (ом/км).

Опір лінії на розрахунковій ділянці складає :

$$Z_L = Z_0 \cdot l = 0,72 \cdot 0,645 = 0,46 (\text{Ом})$$

де:  $L$  – довжина лінії ,км

тоді коливання мережі напруги складає :

$$\Delta U\% = \frac{Z_L + Z_{TP}}{Z_L + Z_{TP} + Z_{Ел.д}} = \frac{0,465 + 0,046}{0,46 + 0,046 + 1,1} = 6\%$$

Коливання напруги при пуску електродвигуна нижче допустимої норми :

$\Delta U\% < \Delta U_{доп}\%$   $6 < 20$  – умова виконується.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.8. Вибір апаратури захисту ПЛ-0,38, перевірка її на спрацювання.

На відгалуження 0,38 кВ встановлюються повітряні автоматичні вимикачі, які виконують функції захисту, так і операційних апаратів.

На підстанціях з трансформаторами потужністю 160 кВ·А встановлюються автоматичні вимикачі серії ВА-2004, які обладнані комбінованими розчіплювачами.

Струм короткого замикання в сільських споживчих мережах мають мале значення, особливо при однофазних коротких замиканнях.

В зв'язку з цим, застосовується струмовий захист, встановлений в нульовому проводі лінії.

Автоматичний вимикач типу ВА-2004 має дистанційний розчіплювач, який спрацьовує від встановленого в нульовому проводі струмового реле типу РТЛ.

Номінальний струм розчіплювача автоматичного вимикача вибираємо за умовою:

$$I_{н.роз.} \geq I_{роб.л.}$$

де:  $I_{роб.л.}$  – Робочий струм лінії, А

Визначаємо робочий струм лінії Л-1

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{89}{1,73 \cdot 0,38} = 135,3 \text{ А}$$

де:  $S_p$  – розрахункова потужність лінії, кВт

$U_H$  – номінальна напруга мережі, кВ

					БР 5.6.14.1.757 ПЗ	Аркуш
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з розрахунку, для Л-1 вибираємо автоматичний вимикач типу ВА 2004 3Р 200А номінальний струм розчіплювала 150А, а так як

$$I_{H.P03.} \geq I_{P.L.} \quad 150 > 135,3A$$

Визначаємо робочий струм Л-2

$$I_P = \frac{S_P}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{39}{1,73 \cdot 0,38} = 59(A)$$

Вибираємо для Л-2 автоматичний вимикач ВА 2004 3Р 125А з номінальним струмом розчіплювала 75А.

Таблиця 2.9 - Технічні дані КТП

Тип КТП	Тип трансформаторної підстанції	Номінальна Потужність кВт	Напруга кВ		Номінальний струм ліній, А				
			ВН	Н	1	2	3	4	Вуличне освітлення
КТП 160/10	М 160/10	160	0	0,4	200	125	резерв	резерв	16



Для перевірки надійності спрацювання автоматичних вимикачів необхідно знати значення мінімального струму короткого замикання.

В мережах 380/220 В це точки однофазного короткого замикання в найвіддаленішій точці.

Умову спрацювання апаратів перевіряємо за формулою :  $K_3 \cdot I_3 \geq I_{K.3}$ .

$K_3$  – допустима кратність струму короткого замикання по відхиленню до номінального струму спрацювання або максимальному струму максимального розчіплювача,  $I_3$ .

$I_{K.3}$  – номінальна величина однофазного короткого замикання, яка визначається за формулою :

$$I_{K.3}^{(I)} = \frac{U_\Phi}{Z_{TP} + Z_n}$$

де:  $U_\Phi$  – фазна напруга мережі, В

$Z_{TP}$  – опір трансформатора, який визначається за таблицею при однофазному струмі короткого замикання [4]

$Z_n$  – опір петлі «фаза нуль»

Розглянемо розрахункову схему для Л-1

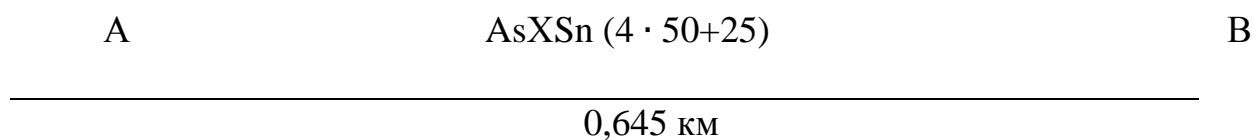


Схема лінії №1

А – початок лінії

В – найвіддаленіша точка

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За літературою [ 4 ] знаходимо значення питомого опору петлі «фаза-нуль» для перерізу проводів  $AsxSn(4 \cdot 50 + 25)$ , яке дорівнює 1,48 Ом/км. Повний опір петлі «фаза-нуль» між точками А і В складатиме:

$$Z_{\Pi} = 1,48 \cdot 645 = 0,945 \text{ Ом}$$

За літературою [ 4 ] для трансформатора номінальною потужністю 160 кВ · А розрахунковий опір при однозначному короткому замиканні на стороні 0,4 кВ

$$Z_T = 0,261 \text{ Ом}$$

Визначаємо струм однофазного короткого замикання

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{U_{\phi}}{Z_m + Z_n} = \frac{220}{0,261 + 0,945} = 230 \text{ А}$$

За літературою [ 4 ] допускається кратність струму короткого замикання  $K_{\text{з.}} = 1,4$

Перевіряємо виконання умови

$$K_{\text{з.}} \cdot I_{\text{з}} < I_{\text{к.}}$$

$$1,4 \cdot 150 = 210 \text{ А} < 230 \text{ А}$$

Умова виконується таким чином апарату захисту інших ліній проводяться аналогічно. Величини струмів однофазного короткого замикання в кінці кожної лінії показано ПД – 0,38 кВ.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складемо розрахункову схему для Л-2

А

AsXSn(4·35+25)

В

---

0,255 км

Схема Л-2

А - початок лінії

В - найвіддаленіша лінія

За літературою [ 4 ] знаходимо значення питомого опору петлі « фаза-нуль» для перерізу проводу AsXSn(4 · 35+25), яке дорівнює 1,48 Ом/км. Повний опір петлі « фаза-нуль» між точками А і В складатиме:

$$Z_{\Pi} = 1,48 \cdot 255 = 0,377 \text{ Ом}$$

За літературою [ 4 ] для трансформатора номінальною потужністю 160 кВ · А розрахунковий опір при однофазному короткому замиканні на стороні 0,4 кВ

$$Z_{\text{Т}} = 0,261 \text{ Ом}$$

Визначаємо струм однофазного короткого замикання

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{U_{\phi}}{Z_m + Z_n} = \frac{220}{0,261 + 0,377} = 343 \text{ А}$$

За літературою [ 4 ] допускається кратність короткого замикання

$$K_{\text{з.}} = 1,4$$

Перевіряємо виконання умови

$$K_{\text{з.}} \cdot I_{\text{з}} < I_{\text{к}}$$

$$1,4 \cdot 75 = 105 \text{ А} < 343 \text{ А}$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.9. Розрахунок електричного освітлення.

Розрахунок електричного освітлення в майстерні проводимо методом коефіцієнтом використання світлового потоку.

Розмір майстерні за внутрішнім обміром:

$$A = 38; \quad B = 13; \quad H = 6;$$

Для майстерні в якості освітлення приймаємо LED лампи з драйвером. Враховуючи архітектурні особливості середовище приміщення до монтажу приймаємо світильники типу ДВО11-301 T8 LED

Для розрахунку кількості світильників приймаємо відношення

$$\gamma = \frac{L}{h}$$

L - відстань між світильниками

h - висота підвісу між робочою поверхнею

Приймаємо  $\gamma = 1,2$  мінімальну освітленість  $E_{min} = 300\text{лк}$ . Робочою поверхнею, для якої формується освітленість бм.над підлогою.

$$L = \gamma \cdot h = 1,2 \cdot 4 = 4,8$$

Число світильників в ряду

$$n_a = A/L$$

$$n_a = 38/4.8 = 7.9\text{шт.}$$

Кількість рядів світильників

$$n_b = B/L$$

$$n_b = 13/4.8 = 2.7\text{шт.}$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = n_a \cdot n_B$$

$$n = 7.9 \cdot 2.7 = 24 \text{ штук.}$$

Приймаємо коефіцієнт відбивання

$$S_{\text{ст}} = 50\%$$

$$S_{ni} = 15\%$$

$$S = 30\%$$

Знаходимо індекс приміщення

$$I = \frac{A \cdot B}{h(A+B)} = \frac{38 \cdot 13}{4(38+13)} = 2,5$$

За літературою [ 4 ] приймаємо коефіцієнт світового потоку  $n = 0,57$ .

Вибираємо коефіцієнт запуску  $K = 1,5$

Значення коефіцієнта нерівномірного розподілу освітлення  $Z = 1,1$

Визначаємо потрібний світловий потік лампи в кожному світильнику

$$\Phi = \frac{E_{min} \cdot S \cdot Z}{n \cdot K} = \frac{150 \cdot 1,5 \cdot 38 \cdot 13 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,68} = 1935 \text{ лм}$$

За літературою [ 4 ] приймаємо лампу типу Essential LEDtube 1200mm 20W840 T8 AP I

$$E_{\Phi} = E_{min} \cdot \frac{\Phi h}{\Phi} = 150 \cdot \frac{1800}{1935} = 139 \text{ лм.}$$

Допускається освітлення фактичної освітленості від розрахункової в межах- 20%; -10%

Відхилення номінальної освітленості від нормованої складає

$$\Delta E = \frac{E_{\Phi} \cdot E_{min}}{E_{min}} * 100 = \frac{139-150}{150} 100 = 7.3\%$$

Відхилення освітленості знаходиться в допустимих межах, тому розташовуємо світильники в 3 рядів по 8 світильників, таким чином в приміщенні буде знаходитись

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = 3 \cdot 8 = 24 \text{ штук}$$

З урахуванням архітектурних особливостей приміщення прибираємо в третьому ряду один світильник, таким чином

$$N = 3 \cdot 8 = 24 - 1 = 23 \text{ штук}$$

Потрібний світловий потік кожного світильника

$$\Phi = \frac{150 \cdot 1,5 \cdot 32 \cdot 22 \cdot 1,1}{34 \cdot 0,58} = 1935 \text{ лм}$$

Фактична освітленість в межах норми. Загальна кількість світильників

$$P_{\text{уст}} = P_{\text{св}} \cdot n = 20 \cdot 23 = 460 \text{ Вт} = 0,48 \text{ кВт.}$$

Таким чином ремонтній дільниці встановлюємо світильники типу ДПП24У-9-012 з лампами Essential LEDtube 1200mm 20W840 T8 AP I світильників розташовані в 3 разів по 8 штук.

Розрахунок освітлення в інших приміщеннях проводимо методом питомої потужності в такій послідовності:

1.Враховуючи навколишнє середовище приміщення, до моменту приймаємо світильники типу ЛСП11-27-504

2.За таблицею знаходимо питому потужність. Наприклад, для токарної дільниці з такою площею  $S = 56 \text{ м}^2$  висота підвісу світильника 2,5м питома потужність  $\omega = 2.7 \text{ Вт/м}^2$  при номінальній освітленості 100лк, комбіноване освітлення.

3.За формулою

$$P = \omega \cdot S = 2.7 \cdot 56 = 151 \text{ Вт}$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо вісім світильник з лампою LB-572 A60 230V 20W E27 4000K . Для приміщення площею до 60м<sup>2</sup> розрахунок проводимо методом прямих нормативів. При цьому виходячи з нормальної освітленості і площі приміщення за таблицею знаходимо потужність лампи для освітлення даного приміщення. Результати розрахунків електричного освітлення зводимо в світлотехнічну таблицю 2.9.1

Таблиця 2.9.1 - Мінімальні освітленості для приміщень

1	Ремонтна дільниця	150 лк
2	Слюсарна дільниця	100 лк
3	Побутова кімната	100 лк
4	Токарна дільниця	50 лк
5	Зварювальна дільниця	100 лк
6	Акумуляторна	50 лк
7	Склад приміщення	20 лк

Таблиця 2.9.2 – Освітлювальні приміщення та їх характеристики

Встановлена потужність Вт.	460	160	160	96	160	96	16
Потужність лампи Вт.	20	20	20	12	20	12	8
Нормована освітленість лк.	150	100	100	50	100	50	20
Кількість світильників шт.	23	8	8	8	8	8	2
Питома потужністьВт/м	3	2,7	2,7	2,1	2,7	2,1	1,4
Тип світильника	ДПП24У-9-012	ЛСП11-27-504	ЛСП11-27-504	ЛСП11-27-504	ЛСП11-27-504	ЛСП11-27-504	ЛСП11-27-504
Площа м <sup>2</sup>	494	56	56	56	56	58	20
Назва приміщення	Ремонтна дільниця	Токарна дільниця	Слюсарна дільниця	Побутова кімната	Зварювальна дільниця	Акумуляторна	Склад приміщення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 5.6.141.757 ПЗ

Аркуш

41



## 2.10. Розрахунок освітленої електропроводки.

Освітлювальну проводку можна розраховувати після розміщення світильників на плані приміщення. При цьому враховуємо що згідно ПУЕ кожна групова лінія не повинна мати не більше 50 ламп і мати робочий струм не більше 25А.

Кожну групову лінію можна використати на груповому освітлювальному щиті.

Розрахунок освітленої проводки полягає в розрахунку перерізу , і вибору марки проводу чи кабелю за умовами нагріву їх тривалим струмом з їх подальшою перевіркою цього перерізу по умовам механічної міцності і допустимої втрати напруги.

Освітлювальна проводка в майстерні буде виконуватись проводом з алюмінієвими жилами і несучим тросом марки АВТС-1.В інших приміщеннях проводку виконуємо кабелем АППВ з прокладанням відкрито, з кріпленням кабелю на скобах.

Як приклад розглянемо розрахунок групової лінії №1(ГЧ№3)

Робочий струм лінії:

$$I_p = \frac{P_{гр}}{U_{\phi}} = \frac{128}{220} = 0,58A$$

По величині робочого струму знаходимо допустимий для провідника тривалий струм  $I_{доп}$ .

Щоб виконувалась умова:

$$I_{доп} \geq I_p = 0,58A$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо переріз проводу 1,5 мм<sup>2</sup> для якого:

$$I_{\text{доп}} = 18\text{A} > I_p = 0,58\text{A}$$

Вибираємо враховуючи кількість груп і їх потужність, освітлювальний щит типу ЩРН-9, В якому знаходиться 9 автоматичних вимикачів серії А2003. Вибираємо струм теплового розчіплювача 3А, так як

$$I_{\text{н.розч.}} = A > I_p = 0,58\text{A}$$

З умовами механічної міцності вибраний провід підходить, тому вибраний переріз проводу на допустив трату напруги для групових ліній 1,8%, а втрати напругу в приміщеннях 0,7% складаємо розрахункову схему групової лінії № 1. Навантаження умовного позначення стрілочками, а довжина ділянки в мережах.

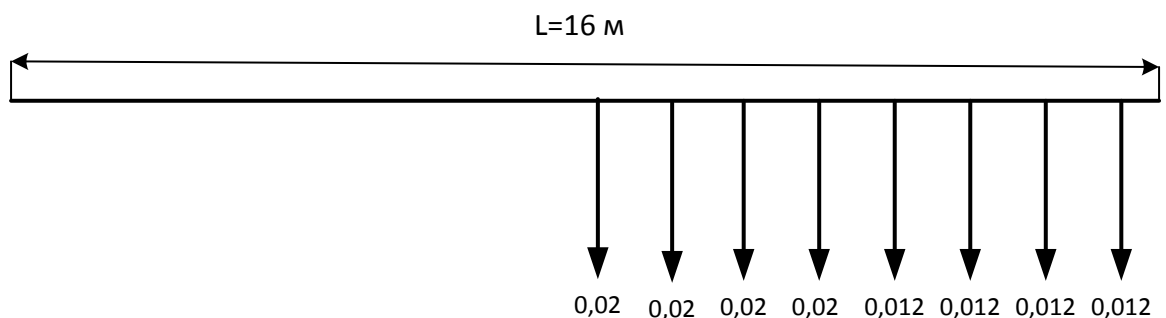


Рисунок 5 - Схема електричної лінії освітлення

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Розрахункова схема

Визначаємо момент навантаження

$$M = P \cdot L = 0,128 \cdot 16 = 2 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Визначимо дійсну втрату напруги

$$\Delta U = \frac{\mu}{c \cdot S}$$

Де:

C- коефіцієнт, залежить від матеріалу провідника і типу мережі.

S- переріз жили проводу, мм<sup>2</sup>

$$\Delta U = \frac{2}{7,4 \cdot 1,5} = 0,18\%$$

Вибраний переріз проводу підходить так як умова виконується

$$\Delta U \leq \Delta U_{\text{доп}}$$

$$0,18\% < 1,8\%$$

Аналогічно розраховуємо інші лінії, результати розрахунків наводимо в графічній частині.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.11. Вибір електричних двигунів і апаратури захисту.

Робочі магніти прийняті по матеріалам

Вентиляція зварювального приміщення в робочий час здійснюється витяжним вентилятором ВЦН-100.

Для приводу вентиляторної установки вибрано двигун серії АИП 71В4  $P = 0,75$  кВт

Для підключення силового навантаження майстерні вибираємо розподільний пункт типу ЩУРВ-9 з триполюсним установленими автоматами типу ВА-47.

Електричні двигуни повинні бути захищені від коротких замикань та перевантажень.

Пуск електродвигунів балочного крану передбачається за допомогою магнітних пускачів. Вибір магнітних пускачів до електродвигунів проводиться по напрузі і робочому струму.

Наприклад, для електродвигуна типу АИР100L4 потужністю 4кВт при ввімкненні його в мережу 380В вибираємо магнітний пускач типу ПМК-09. Магнітний пускач буде знаходитись на панелі управління. Для захисту цього двигуна від перевантажень разом з магнітним пускачем встановлюється теплове реле серії РТ-1314

Захист електродвигуна від струмів короткого замикання забезпечує автомат типу ВА47-29м якій встановлений в розподільному пункті. Номінальний струм двигуна 8,5 А. Вибираємо автоматичний вимикач серії ВА47-29М з номінальним струмом розчіплювала 12,5А. Вибір пускової і захисної апаратури зводимо до таблиці 2.11.1

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11.1 – Апаратура захисту та електричні машини

Технічне обладнання	Кількість, шт.	Електродвигуни							Пускозахисна апаратура					
		Тип електродвигун а	Р <sub>н</sub> , кВт	U <sub>н</sub> ,В	I <sub>н</sub> ,А	n ,н	n %	csc φ	$\frac{I_n}{I_H}$	Тип пускача 40	Захист від перевантажень			
											Захист від			
											Тип реле	I <sub>н.роз.</sub>	Тип автомата	
1.Витяжний вентилятор ВЦН-180.	2	АИР71В4	0,75	380	2,14	1350	73	0,73	5,0	ПМК- 09	РТ1341	2,4-4	ВА47-29М	8
2. Свердильний станок Saturn BD7050	3	АИР71А4	0,55	380	1,69	1360	70,5	0,7	5,0	ПМК- 09	РТ1341	2,4-4	ВА47-29М	10
3.Дистиллятор води ДЗ-5 MICROmed	1	-	4	380	8,2	-	-	-	-	ПМК -09	РТ1341	2,4-4	ВА47-29М	8
4. Зварювальний трансформатор ТДМ- 180	1	-	13	380	20,9	-	-	-	-	-	-	-	ВА47-29М	25
5.Станок токарний 1к620	1	АИР123 S4	11	380	22	1450	87,5	0,85	7,5	ПКМ -25	РТ1322	25	ВА47-29М	25
6.Станок токарний Samat 400 (16Б16П)	2	АИР123 S4	7,5	380	15,1	1430	87,5	0,86	7,5	ПКМ -25	РТ1322	25	ВА47-29М	25
7.Інвертор типу Discovery 150tr.	1	-	5,6	380	5,3	-	-	-	-	-	-	-	ВА47-29М	8
8.Електрични випрямляч	1	-	4	380	8,2	-	-	-	-	ПМК- 09	РТ1341	2,4-4	ВА47-29М	8
9.Кран балка	1	АИР123	2,2	380	5,0	1400	51	0,83	6,5	ПМК-	РТ	2,4-4	ВА47-29М	110
10.Понижуючий трансформатор220/36	1	-	-	220	0,55	-	-	-	-	-	-	-	ВА47-29М	2,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР 5.6.141.757 ПЗ

Аркуш

46

## 2.12. Розрахунок силової проводки.

Виходячи з умов прокладання кабелю для живлення електродвигунів ,приймаємо кабель марки ВВГ-нглс. Прокладка кабелю ведеться за допустимим нагрівом, для живлення токарного станка 1К625 потужністю двигуна 11кВт, номінальним струмом 22А також Свердлильний станок Saturn BD7050 потужністю двигуна 0,55кВт, номінальним струмом 1,6 в кількості 3 шт.

Переріз кабелю узгоджуємо з захистом електродвигуна від струмів К.З. Для захисту електродвигуна вибираємо автоматичний вимикач ВА47-29м з комбінованим розчіплювачем.

Переріз кабелю вибираємо за тривало – допустимим струмом по умові:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{спр.}} \cdot K_3; \quad \text{де}$$

$K_3$  – кратність допустимо-тривалого струму  $K=1$

$I_{\text{спр.}}$  – струм спрацювання теплового розчіплювача автомата ВА 47,

$$I_{\text{спр}} = 30\text{А}, \text{ тоді } I_{\text{спр}} = 30 \cdot 1 = 30\text{А}$$

$30 > 27,5$  - Умова виконана.

Приймаємо кабель марки ВВГ-нглс перерізом  $4 \text{ мм}^2$  ,

$$I_{\text{доп}} = 35\text{А}$$

$35 > 27,5$  - Умова виконана.

Отже кабель марки ВВГ-нглс перерізом  $4 \text{ мм}^2$  підходить для живлення електричного двигуна.

Вибір кабелів для живлення інших електродвигунів проводимо аналогічно.

Результати розрахунків заносимо до розрахункової таблиці № 3.10.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.13.Розрахунок магістральної лінії.

Від магістральної лінії живиться електродвигун свердлильного станка кран балка.

Лінія виконується у гофрі кабелем марки ВВГ-нг і приєднується до автоматичного вимикача .

Тривале розрахункове струмове навантаження визначається номінальним струмом електродвигуна.

$$I_n = 12,5A$$

Короткочасне струмове навантаження визначаються умови пуску двигуна:

$$I_{кор} = 12,5 \cdot 3 = 37,5A$$

Вибираємо тепловий розчіплювач автоматичного вимикача за умовою тривалого струму лінії

$$I_{н.р.} > I_{т.р.}$$

По л- [4] вибираємо автоматичний вимикач типу з  $I_{н.р.} = 16A$

Номінальний струм розчіплювача не повинен бути менший 40% струму лінії:

$$I_{кор.} \geq I_{н.р.} \cdot 0,4 \quad 37,5 \geq 16 \cdot 0,4$$

Вибір перерізу  $10 > 7,7$  - умова виконується .

Вибір перерізу проводів виконуємо по Л-[ 4 ].

За номінальним струмом розчіплювача 16А приймаємо кабель марки ВВГ-нглс перерізом  $2,5 \text{ мм}^2$  з прокладанням у гофрі.

Тривало допустимий струм цього кабелю 25А.

Аналогічно проводимо вибір кабелів для інших магістральних ліній.  
Результати заносимо у розрахункову таблицю 3.1.1

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.14.Розрахунок вводу.

Ввід у майстерню ізольованим проводом AsXSn, довжина якого становить 12 м.

Встановлена потужність струмоприймачів складає:

1. Силових – 61,9 кВт
2. Освітлювальних – 1,1 кВт
3. Загальна – 63 кВт

Розрахункове навантаження приймаємо по [ 4 ] де вказано, що встановлена потужність майстерні складає 110 кВт, денний максимум

$$P_d = 45 \text{ кВт}$$

Вечірній максимум

$$P_b = 25 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт коректування становить

$$\frac{P_{\text{зач.}}}{P_{\text{всм.}}} = \frac{63}{110} = 0,57$$

Отже для майстерні приймаємо денний максимум :

$$P_d = 45 \cdot 0,57 = 25,65 \text{ кВт}$$

$$S_d = \frac{P_d}{\cos \varphi_d} = \frac{25,65}{0,7} = 36,6 \text{ кВт}$$

Тоді вечірній максимум складе :

$$P_b = 25 \cdot 0,57 = 14,25 \text{ кВт}$$

$$S_b = \frac{P_b}{\cos \varphi_b} = \frac{14,25}{0,62} = 24,5 \text{ кВт}$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Розрахунок введено по денному максимуму, так як

$$P_d > P_v \text{ та } S_d > S_v$$

Тоді розрахунковий струм на ввіді у майстерню складе:

$$I_p = \frac{S_d}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{36,6 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380} = 53 \text{ А}$$

За розрахунковим струмом провід AsXSn знаходимо тривало допустимий струм:

$$I_{\text{доп}} = 110 \text{ А}$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_p$$

Умова виконання –  $110 > 70$

Приймаємо переріз жили кабелю  $25 \text{ мм}^2$

Перевіряємо кабель на допустиму втрату напруги :

$$\Delta U_{\text{доп}} \% = \frac{S_d \cdot l}{C \cdot S} = \frac{36,6 \cdot 12}{46 \cdot 35} = \frac{439}{1610} = 0,27$$

Де:  $S_d \cdot c$  – розрахунковий момент на ввіді, кВа · м

C – коефіцієнт , дорівнює

S – переріз кабелю.

Втрата напруги на ввіді в рамках норми, як становить :

$$U_{\text{доп}} \% = 0,7$$

$$U_{\text{доп}} \% \geq U_{\text{розр.}}$$

Умова виконання –  $0,7 > 0,24$

Виходячи з розрахункових даних приймаємо провід з алюмінієвими жилами, пластиковою ізоляцією, полівінілхлоридних оболонках типу : AsXSn25· 4

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Економічний розрахунок вартості створення електричної мережі цеху.

#### 3.1. Специфікація на матеріали для виконання силової і освітлювальної проводки.

Таблиця 3.1 – Матеріали та їх специфікація

Навантаження і технічна характеристика.	Тип, марка	Одиниця виміру	Кількість
Електричне освітлення.			
1. Щиток освітлювальний.	ЩРН – 9	шт.	2
2. Світильники трубчасті LED.	ДПП24У-9-012	шт.	23
3. Світильник з цоколем E27 LED.	ЛСП11-27-504	шт.	40
4. Провід для світильників E27.	ВВГ-нглс 2х1,5	м.	260
5. Провід для трубчастих світильників.	ВВГ-нглс 3х1,5	м.	220

Продовження таблиці 3.1

Силові обладнання	Тип, марка	Одиниця виміру	Кількість
1. Пункт розподільний на 9 груп з автоматом на вводі ВА47-100, на фідерах ВА47-29М.			
Автоматичний вимикач ВА47			
2. $I_{роз.} - 3A$	ВА47-29М	шт.	9
3. $I_{роз.} - 2,5A$	ВА47-29М	шт.	1
4. $I_{роз.} - 8A$	ВА47-29М	шт.	4
5. $I_{роз.} - 10A$	ВА47-29М	шт.	3
6. $I_{роз.} - 25A$	ВА47-29М	шт.	3
7. Кабель трижильний : 3х2,5	ВВГ-нглс	м	80
8. Кабель п'ятижильний : 5х4	ВВГ-нглс	м	240
9. Електродвигун $P_H = 0,75$ кВт	АИР71 В4	шт.	2
10. Електродвигун $P_H = 0,55$ кВт	АИР 71 А4	шт.	3
11. Електродвигун $P_H = 11$ кВт	АИР 123 S4	шт.	1
12. Електродвигун $P_H = 7,5$ кВт	АИР 123 S4	шт.	2
13. Електродвигун $P_H = 4$ кВт	АИР 100 L4	шт.	1
14. Електродвигун $P_H = 2,2$ кВт	АИР 100 M4D	шт.	1

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.1

Вантаження і технічна характеристика.	Тип, марка	Одиниця виміру	Кількість
22.Магнітний пускач			
23. -----//-----	ПМК - 09	шт.	6
24.-----//-----	ПМК - 25	шт.	2
27. Електричний дистильатор	ДЭ-5	шт.	1
28. Зварювальний трансформатор	ТДМ - 180	шт.	1

## 4. Охорона праці.

### 4.1. Розрахунок повторного заземлення PEN-(PE) провідника

У відповідності до ПУЄ в електроустановках напругою до 1 кВ в електричних мережах із глухо заземленою нейтраллю на кінцях повітряних лінії електро передавання як з неізолюваними, так і з самоутримними ізолюваними проводами або відгалужень від них довжиною понад 200 м слід влаштовувати повторні заземлення PEN-(PE) провідника, відстань між сусідніми заземлювальними пристроями повинна бути не більше ніж 100 м. ПУЄ(2.4.40).

Для повторних заземлень PEN-провідника слід використовувати перед усім природні заземлювачі (підземні частини опор), а також заземлювальні пристрої для захисту від грозових перенапруг.

Зазначені заземлювальні пристрої, повинні бути влаштовані:

– на опорах з відгалуженнями до введів у будинки, в яких можливе перебування великої кількості людей (школи, дитячі садки, лікарні, клуби тощо) або які мають велику господарську цінність (тваринницькі і птахівницькі приміщення, склади, гаражі тощо) ПУЄ(2.4.40).

Опір кожного з цих заземлювальних пристроїв опір повинен бути не більше ніж 30 Ом при питомому опорі землі  $\rho \leq 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

Спільний опір всіх заземлювачів приєднаних до PEN провідника кожної лінії у будь яку пору року не повинен перевищувати 10 Ом. ПУЄ (2.4.42).

Для питомого опору землі  $\rho \geq 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  допускаєть збільшувати значення до  $0,01 \cdot \rho$  раз, але не більше ніж в 10 разів, за винятком опору заземлювальних пристроїв і заземлювачів, що використовуються одночасно для електроустановок напругою понад 1кВ. В останньому випадку

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

збільшення опору можливе лише до значення за яким використовується умова

$$R \leq \frac{67}{I_p},$$

Де  $I_p$  - розрахунковий струм замикання на землю, А .

В зоні населеного пункту Дунаєць ґрунт суглинок з питомим опором  $\rho = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

Вертикальні заземлювачі кутники (50х50х5) мм довжиною 2,5 м;

горизонтальний заземлювач – штаба (40х4) мм;

глибина закладання заземлювального пристрою 0,8 м.

Сумська область розташована в III кліматичній зоні, тому коефіцієнт сезону  $K_c=1,6$ .

1.Визначаємо опір вертикального заземлювача:

$$R_B = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l} \left( \lg \frac{K \cdot l}{d} + 0,5 \lg \frac{4tc+l}{4tc-l} \right),$$

де  $\rho$  – питомий опір ґрунту, Ом·м.

$K_c$  – коефіцієнт сезону;

$l$  – довжина заземлювача, м

$K$  – коефіцієнт вертикального заземлювача (для кутника  $K = 2,1$ );

$d$  – зовнішній діаметр заземлювача; (для кутника  $d=0,95 \text{ В}$ )

де  $B$  – ширина полицки кутника

$tc$  – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, м.

$$R_B = \frac{0,366 \cdot 120 \cdot 1,6}{2,5} \left( \lg \frac{2,1 \cdot 2,5}{0,95 \cdot 0,05} + 0,5 \lg \frac{4(0,8+1,25)+2,5}{4(0,8+1,25)-2,5} \right) = 28(2,14 + 136) = 63,749 \text{ Ом}.$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо попередній коефіцієнт використання вертикального заземлювача:  $2\epsilon=0,85$

Визначаємо наближену кількість вертикальних заземлювачів

$$n = \frac{R_B}{R_H \cdot 2\epsilon} = \frac{63,749}{30 \cdot 0,85} = 2,49 \text{ шт.}$$

Приймаємо 3 шт.

Визначаємо довжину горизонтального заземлювача

$$l_\Gamma = 1,05 \cdot \alpha \cdot n,$$

де  $\alpha$  – відстань між заземлювачами, м.

Здебільшого  $\alpha = l$ ,  $\alpha = 2l$ ,  $\alpha = 3l$ ;

де  $l$  – довжина заземлювача, м.

$$l_\Gamma = 1,05 \cdot 2,5 \cdot 3 = 7,8 \text{ м,}$$

Опір горизонтального заземлювача

$$R_\Gamma = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l_\Gamma} \cdot \lg \frac{K \cdot l_\Gamma^2}{b \cdot h},$$

де  $\rho$  – питомий опір ґрунту, Ом · м

$K_c$  – коефіцієнт сезону (1,6 для Сумської області)

$l_\Gamma$  – довжина заземлювача (штаби)

$K$  – коефіцієнт заземлювача ( для прямокутника  $K=2$  )

$h$  – глибина закладання заземлювача

$b$  – 0,04 ( для штаби 40x4 мм)

$$R_\Gamma = 0,366 \frac{120 \cdot 1,6}{7,8} \cdot \lg \frac{2 \cdot 7,8^2}{0,04 \cdot 0,8} = 12,57 \text{ Ом.}$$

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнти використання горизонтального (  $2\Gamma$  ) і вертикального (  $2\text{в}$  )

Заземлювач становить  $2\Gamma = 0,55$  і  $2\text{в} = 0,78$ .

Виконуємо перевірочний розрахунок кількості вертикальних заземлювачів

$$n = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{шт}} \cdot 2\text{в}} = \frac{63,749}{30 \cdot 0,78} = 2,72 \text{ шт (3 шт).}$$

Визначаємо результуючий опір повторного заземлення

$$R_{\text{пр}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\Gamma}}{R_{\text{в}} \cdot 2\Gamma + R_{\Gamma} \cdot 2\text{в} \cdot n} = \frac{63,749 + 12,57}{63,749 \cdot 0,55 + 12,58 \cdot 3 \cdot 0,78} = 12,47 \text{ Ом}$$

Що відповідає нормі .

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 4.2. Техніка безпеки при монтажу внутрішньої проводки.

Виконання заходів безпеки спрямоване на збереження працездатності та життя працівників. У майстерні внутрішня проводка буде виконана:

Силова- у сталених тонкостінних трубах;

Освітлювальна- проводом АППВ під штукатуркою та проводом АПВ на тросу.

При прокладанні проводів необхідно обережно пробивати отвори в стінках, щоб частинки стіни не потрапили в очі. Для цього треба користуватися справним інструментом та захисними окулярами.

При загинанні труб, затягуванні проводів у труби, натягуванні тросу треба користуватися рукавицями. Натягування тросів треба виконувати не на приставній драбині, а на підмостках. Приставні драбини можуть використовуватися довжиною не більше 5 метрів. Драбина повинна мати гумові наконечники для роботи у приміщеннях з твердим покриттям або шини, які заважають ковзанню. Не можна працювати стоячі на двох верхніх сходах, а також знаходитися на драбині одночасно в двох.

При прокладанні освітлюваної проводки рекомендується застосувати рухомі підмостки. Перед встановленням групових щитів і комутаційних апаратів необхідно перевірити надійність кріплень конструкційна на яких їх передбачається встановити.

Апарати, які мають бути підняті на висоту, не слід залишати не закріпленими. Всі відгалуження слід виконувати в від галу жувальних коробках.

При пробиванні наскрізних отворів шлямбур повинен бути не менш ніж на 200мм більшими від товщини стіни.

Всі електромонтажні роботи проводять при вимкненому живленні.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 4.3 Норми комплектування засобами захисту

Таблиця 4.3.1 – Засоби захисту

№ п/п	Засоби захисту	Кількість	Одиниця вимірювання
1	Ізолювальні кліщі на напругу до 1000В	1	шт.
2	Електровимірювальні кліщі	За місцевими умовами	
3	Інструмент з ізолювальними рукоятками	1	комплект
4	Переносні заземлення	За місцевими умовами але не менше 2	шт.
5	Діелектричні килими та ізолювальні накладки	За місцевими умовами	
6	Плакати і знаки безпеки	За місцевими умовами	
7	Захисні каски	1 на кожного працюючого	шт.
8	Респіратори	2	шт.
9	Захисні окуляри	2	пари
10	Діелектричні рукавички	2	шт.
11	Діелектричне взуття	2	пари

#### 4.4 Техніка електробезпеки

Електрообладнання електромашин, електротеплових, електроосвітлювальних, опромінювальних та інших установок повинно експлуатуватися з дотриманням вимог і мір електробезпеки у відповідності до правил технічної експлуатації електроустановок в приміщеннях з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом. Апарати керування та захисту повинні застосовуватися тільки закритого виконання, корпусу електромашин, ручного електроінструменту, кожуху розподільчих щитів, рубильників електромагнітних пускачів, вимикачів, деталі освітлювальної апаратури, металева ізоляція кабелів, труби в яких прокладаються проводи, металеві стійлові рами, внутрішній водопровід з автонапувалками, корпуси електроводонагрівачів, електрокалориферів, електрокотлів повинні надійно бути заземлені.

Живлення переносного електроінструменту в майстерні повинно бути не вище 36В.

Своєчасне проведення токово-попереджувального обезточування електрообладнання, електропроводки заземлення, а також застосування захисних засобів основа електробезпеки персоналу.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.5 Блискавкозахист

Будівлі і споруди в залежності від їх призначення, а також від інтенсивності грозової діяльності в районах їх розташування повинні мати блискавко-захисну у відповідності з категоріями, наведеними в БН 305-69-83.

Захисту від дії струмів блискавки потребують приміщення I, II, III категорій. Тваринницькі приміщення відносяться до споруд III категорії, вони захищаються від прямих ударів блискавки і від високих потенціалів.

Для захисту майстерні застосовуємо тросові блискавковідводи. Стальний трос перерізом  $S = 48,26 \text{ мм}^2$  підвішується над майстернею і кріпиться до несучої конструкції планшетними затискачами типу ПС – 2А. Кінці тросу з'єднуємо з заземлюючим пристроєм, опір якого повинен бути не більше 20 Ом.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. Пожежна безпека

Відповідальність за пожежну безпеку несуть курівники ферми.

Найчастішими причинами пожежі на фермі є недбале поводження з вогнем, куріння, іскри від двигунів внутрішнього згорання тракторів, самозапалювання сухих і грубих кормів, несправність електрообладнання, виникнення коротких замикань.

Для куріння необхідно відвести спеціальні місця і обладнати їх протипожежним інвентарем.

Протипожежні розриви між спорудами забороняються використовувати під складування кормів та інших матеріалів.

Проходи, коридори, тамбури необхідно утримувати в справному стані. Ворота та двері повинні відкриватися назовні, а закриватися тільки на крючки або засови. Застосування замків забороняється.

Кожний робітник ферми повинен знати свої обов'язки при пожежі.

Причини пожеж на с/г підприємствах пов'язані як правило, з експлуатацією електроустановок. Такі пожежі виникають в результаті тривалих перевантажень, перегріву і згорання ізоляції, коротких замикань і пробоїв ізоляції обмоток на корпус великих перехідних опорів в місцях приєднання проводів до електричних машин.

Пожежна небезпека с/г приміщень залежить від експлуатації електричних машин і електричних мереж. Основні причини пожеж від електричних установок, це короткі замикання, невідповідність апаратів захисту вимогам експлуатації, перевантаження в мережі.

Основними заходами запобігання пожеж від електроустановок є неухильне дотримання правил улаштування електроустановок.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 5.1 Перелік протипожежного інвентарю.

В корівнику повинен бути обладнаний пост з повним набором пожежного інвентарю і організована добровільна дружина.

Таблиця 5.1.1 - Перелік інвентарю для гасіння пожежі

№ п/п	Назва інвентарю	Кількість	Одиниця вимірювання
1	Лопата	2	шт.
2	Відро	2	шт.
3	Сокира	1	шт.
4	Вогнегасник вуглекислотний	2	шт.
5	Рухома насосна установка	1	шт.
6	Колокол або рейка	1	шт.
7	Ящик з піском	1	шт.
8	Бак з водою об'ємом 250л.	1	шт.

## Висновок

В ,бакалаврській роботі розраховано навантаження на вводах споживачів, згідно до зроблених розрахунків був була вибрана КТП 160/10, визначив марку та переріз проводу для ПЛ, тип і марка проводу AsXSn, також захистив цю мережу автоматичними вимикачами серії ВА 2004 3Р 125А і ВА 2004 3Р 200А номінальний струм розчіплювала 150А.

Як основу для дипломного проекту я взяв майстерню для обслуговування автомобілів і провів розрахунки такого типу: електричне освітлення та освітлювальна проводка де я вибрав світильники типу ДВО11-301 Т8 LED, ДПП24У-9-012, ЛСП11-27-504 та кабель марки ВВГ-нглс 2х1.5 цю мережу я захистив автоматичними вимикачами серії А2003 з тепловим розчіплювачем на 3А. Силова проводка виконана кабелем марки ВВГ-нглс 3х2,5 і ВВГ-нглс 5х4.Був проведений вибір електричних машин і їх пускозахисної апаратури, а також розрахував ввід приміщення та магістральні лінії які я захистив автоматичними вимикачами типу ВА47 з тепловими розчиплювачами на 25, 10, 8, 3 і 2,5А.

Також в окремий розділ я взяв охорону праці де я розрахував повторне заземлення PEN-(РЕ) провідника. Були розглянути ще такі теми: техніка безпеки при монтажу кабелю, норми комплектування засобами захисту, техніка електробезпеки, блискавкозахист, пожежна безпека та перелік протипожежного інвентарю.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Список використаних джерел.

1. Закони України № 2706 - 4 від 23 червня 2005 року. Про внесення змін до закону України «Про внесення змін до закону України» «Про електроенергетику».

2. Закони України № 3260 - від 25 12 2005 року Про внесення змін до закону України «Про енергозбереження»

3. Постанова Кабінету України № 412 від 3 квітня 2006 року «Питання національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів»

4. Електропостачання сільського господарства «Методики виконання курсового проекту» для учнів середніх спеціальних учбових закладів по спеціальності 1509. К.С. Харкута «Загорск», 1989 р.

5. Електропривід сільськогосподарських машин: методичні рекомендації щодо виконання курсової роботи, Немішаєво, 2002 р.

6. В.Ф. Гончар, «Електрообладнання і автоматизація с/г агрегатів і установок»: К. Вища школа, ( курсове і дипломне проектування ) 1988 р

7. В.Ф. Гончар, Л.П. Тищенко «Електрообладнання та автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок»: Вища школа, 1989 р.

8. І.М. Гудков, Г.М. Ткаченко, «Основи сільськогосподарської радіобіології і радіоекології», К.: Вища школа, 1993 р.

9. В.Ц. Жидецький «Основи охорони праці». Л. -Афіша, 2002 р.

10. Експлуатація електрообладнання та засобів автоматизації в системі АПК, Єрмолаєв С.О., Мутняк В.О.

11. П.І.Капінос, Н.А. Панасенко «Охорона природи»

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



12.І.Ф. Кудрявцев і др. «електрообладнання і автоматизація с/г агрегатів і установок- М. Агропромиздат, 1990 р.

13.А.В.Луковников, П.И. Мілько « Охорона праці» Агропромиздат, 1990.

14.В.М.Манжара, В.Г. Шаманський «методичні вказівки до курсового та дипломного проектування»: - Немішаєво: НМЦ, 2002рік.

15.Марченко,Довідник по монтажу і налагоджуванню електрообладнанні у сільському господарстві.: - Урожай, 1994 р.

16.В.С.Олійник, Е.Л. Жулай, В.Ф. Гончар та ін. Довідник сільського електрика: - К. Урожай 1989 р.

17.Електропривід с/г машин. Методичні рекомендації. - К.: НМЦ, 2002 р.

18.Електропривід с/г машин. Навчально- методичний посібник - К.:2005 р.

19.Електропривід с/г машин, агрегатів та потокових ліній. За редакцією Жулая Є. Л. - К.: Вища освіта 2001 р .

20.Електричне освітлення та опромінення : методичні рекомендації. К.: НМЦ 2003р.

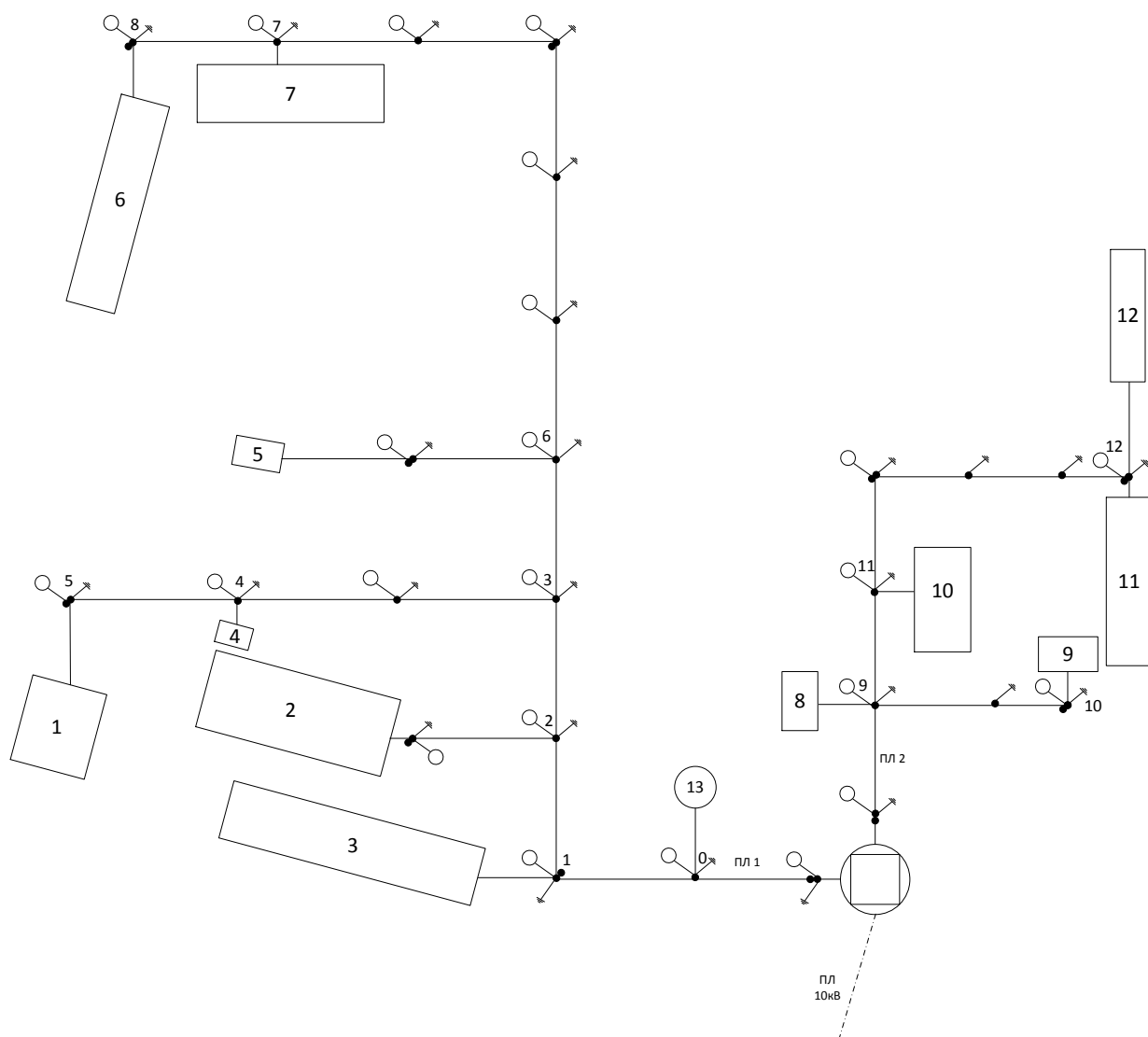
21.Електричне освітлення та опромінення : методичні рекомендації 2002 рік.

22.Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування : Методичні рекомендації. - НМЦ, 2003 р.

23.Електрообладнання та засоби автоматизації сільськогосподарської техніки. К.: НМЦ, 2003 р. 24.Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

					БР 5.6.141.757 ПЗ	Аркуш
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Додаток А



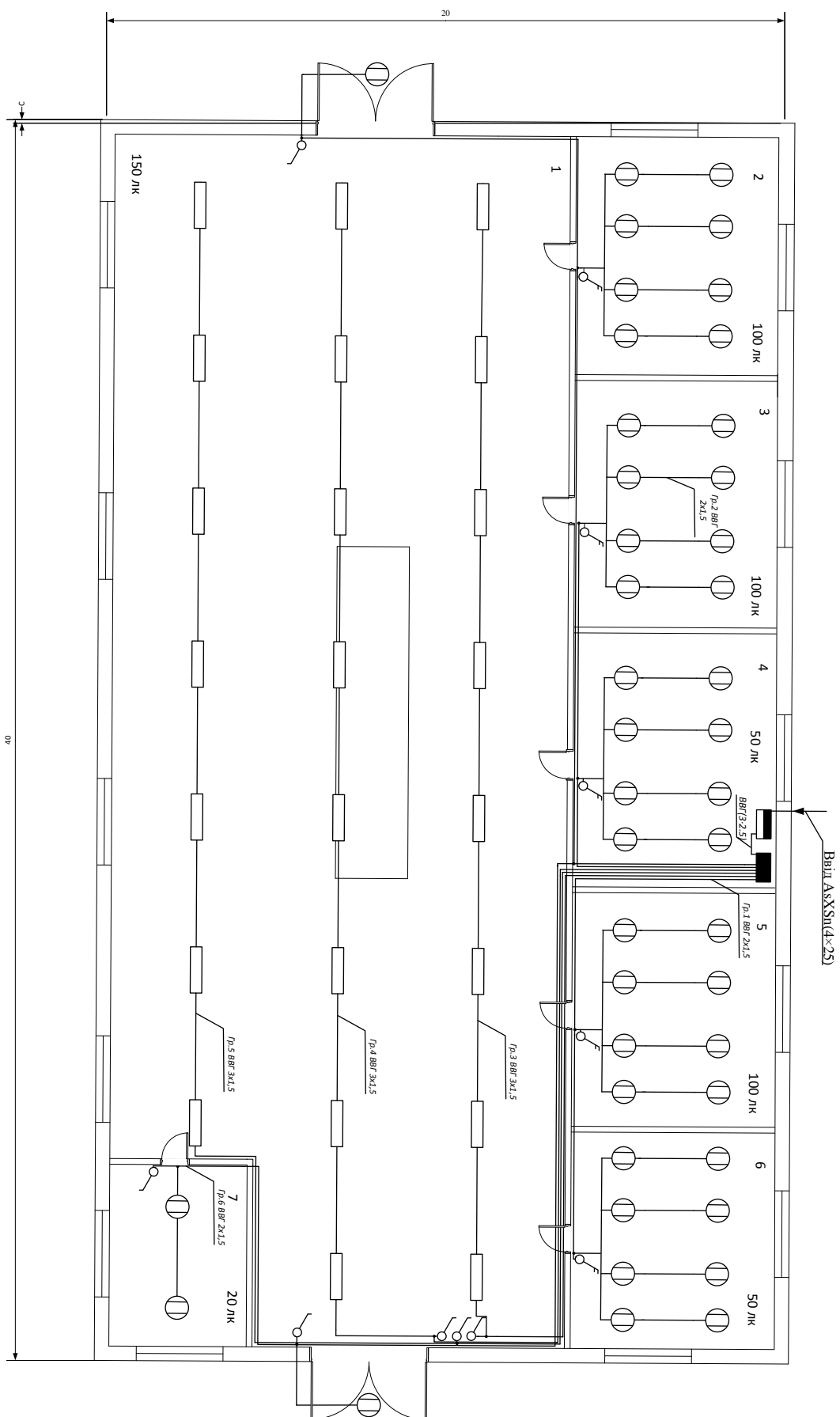
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 5.6.141.757 ПЗ

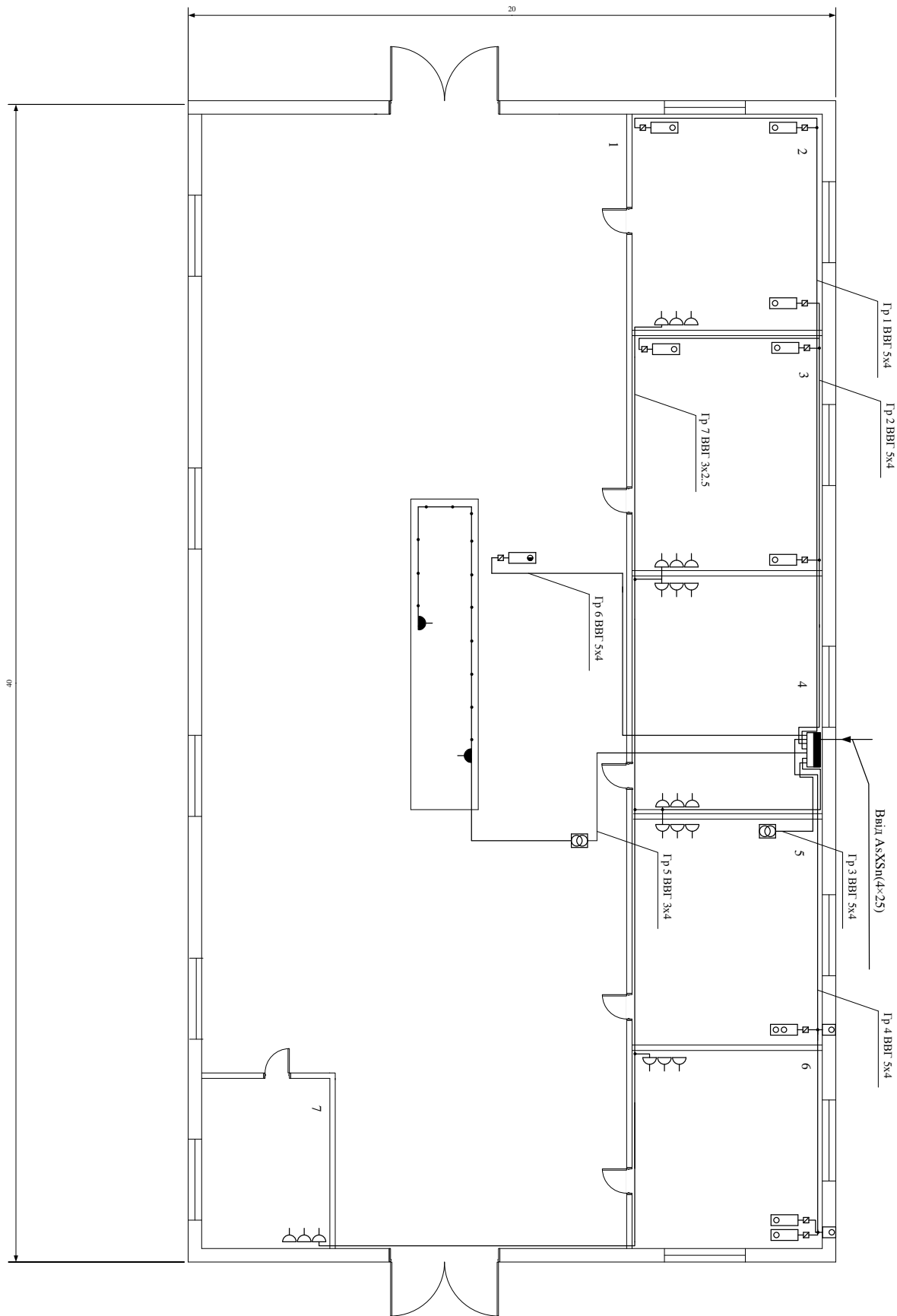
Аркуш

67

## Додаток Б



Додаток Г



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 5.6.141.757 ПЗ

Аркуш